

# Pemeriksaan Kondisi Peralatan Mekanikal dan Elektrikal Gedung Menggunakan Metode Infrared Thermography

Adhi Kusmantoro<sup>1</sup>, Sri Sukamta<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Akademi Teknik Elektro Medik Semarang, [adhitekhnik@gmail.com](mailto:adhitekhnik@gmail.com)

<sup>2</sup> Teknik Elektro UNNES Semarang, [jsukamta2014@gmail.com](mailto:jsukamta2014@gmail.com)

Kampus Sekaran Gunungpati, 50229 Indonesia

**Abstrak**— Bangunan, baik gedung atau tempat tinggal, perlu dijaga tingkat keamanan, kenyamanan dari kebakaran. Kebakaran bangunan tanpa diketahui gejalanya dapat dihindari dengan menggunakan melakukan inspeksi infrared thermography. Inspeksi ini menggunakan kamera inframerah yang dapat membantu identifikasi potensi-potensi kebakaran bangunan, sehingga kejadian kebakaran dapat diidentifikasi sebelumnya. Infrared thermography dapat mendeteksi kerusakan yang tersembunyi sehingga dapat segera dilaksanakan tindakan korektif untuk mencegah kerusakan yang lebih parah yang akan membutuhkan biaya banyak. Pada pelaksanaan inspeksi infrared thermography ini menggunakan kamera thermo tracer TH 7800 dengan lokasi rumah sakit umum surya husada bali. Dari hasil inspeksi terdapat peralatan elektrikal (trafo, MCCB, fuse, kabel) yang mengalami kenaikan suhu dari suhu normal.

**Keywords**— Infrared thermography, mekanikal elektrikal

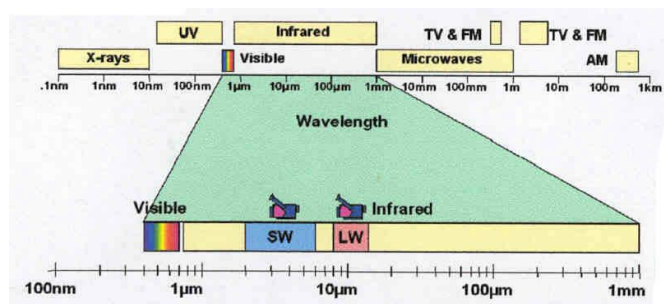
## I. LATAR BELAKANG MASALAH

Infrared Thermography adalah suatu sistem pemeriksaan NDT (*Non Destructive Test*) dengan menggunakan Kamera Inframerah untuk memeriksa peralatan listrik (*Electrical*), dan mekanik (*Mechanical*) pada pabrik-pabrik, industri pertambangan, gedung bertingkat, supermall, rumah sakit, bandara, pelabuhan, dan fasilitas umum lainnya. Dengan memonitor suhu / temperatur pada saat peralatan beroperasi kemudian dibandingkan dengan suhu operasi normalnya, maka akan dapat dianalisa / dideteksi ada tidaknya penyimpangan (*overheating*) yang umumnya merupakan gejala awal suatu kerusakan peralatan.

Bangunan, baik gedung atau tempat tinggal, perlu dijaga tingkat keamanan, kenyamanan dan efisiensinya. Terutama untuk keamanan bangunan adalah nomor satu, sedapat mungkin kebakaran bangunan tanpa diketahui gejalanya dapat dihindari. Kamera inframerah dapat membantu identifikasi potensi-potensi kebakaran bangunan, sehingga kejadian kebakaran dapat diidentifikasi sebelumnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Gelombang Infra merah merupakan salah satu bagian radiasi elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik sendiri merupakan kombinasi dari medan listrik dan medan magnet yang beresilasi dan merambat dengan membawa energi dari satu tempat ke tempat lain (Sri sugiarti 2008). Keberadaan gelombang inframerah dalam spektrum gelombang elektromagnetik dapat dilihat dalam deret spektrum gelombang elektromagnetik berdasarkan pembagian daerah panjang gelombang pada gambar 1.



Gambar 1. Spektrum gelombang elektromagnetik

Sinar infra merah dibagi atas tiga daerah (Arifin Eka S: 2009), yaitu:

1) Daerah Infra Merah dekat mempunyai panjang gelombang 0,75 -2,5 mm

Daerah Infra Merah pertengahan mempunyai panjang gelombang 2,5-5,0 mm

Daerah infra merah jauh mempunyai panjang gelombang 5,0-1,000 mm

Dalam spektrum gelombang elektromagnetik, gelombang inframerah berada diantara cahaya tampak dan gelombang mikro. Panjang gelombang inframerah yang lebih besar dari cahaya tampak menyebabkan gelombang inframerah tidak dapat dilihat. Salah satu karakteristik inframerah adalah tak kasat mata (J. Andrzej Wrotniak:2009) sedangkan panjang gelombang inframerah yang lebih pendek dari gelombang

mikro menyebabkan gelombang inframerah tidak berbahaya apabila terkena oleh tubuh. Panjang gelombang yang dipancarkan oleh gelombang inframerah sejalan dengan panjang gelombang yang dipancarkan oleh tubuh (Rita Lambros:2009). Sebagaimana gelombang elektromagnetik gelombang inframerah memiliki sifat pantulan, penyerapan dan transmisi yang tergantung dari material yang dikenainya. Gelombang inframerah dapat dengan mudah diserap oleh berbagai material (Serway Jewett:1994:1080). Apabila suhu benda sama dengan suhu lingkungan maka banyaknya radiasi panas yang diserap benda sama dengan banyaknya energi yang dipancarkan benda. Kemampuan untuk memancarkan, menyerap dan mentransmisikan radiasi panas sebuah benda akan memenuhi persamaan (miko : 2009):

$$a + r + t = 1$$

keterangan:

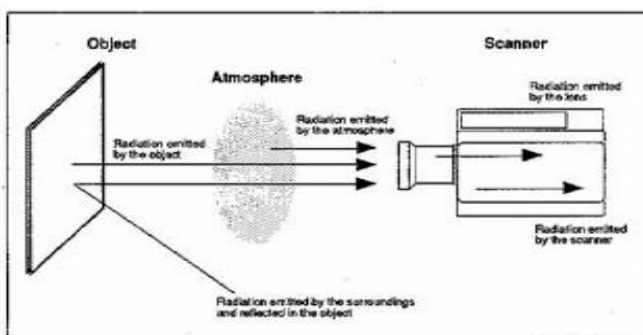
a : absorbtion (penyerapan)

t : transmission (pengiriman)

r : reflection (pantulan)

Kondisi penyerapan dan pemantulan yang ideal dimiliki benda hitam (blackbody) yaitu sebuah benda yang mampu menyerap seluruh radiasi panas yang diterimanya dan memantulkannya kembali. Sebuah benda hitam (blackbody) akan mempunyai kemampuan menyerap radiasi yang berbanding lurus dengan kemampuan memancarkan radiasi (Arthur Beiser :1992:330).

Thermography inframerah merupakan teknik thermography yang menggunakan gelombang inframerah. Salah satu ciri yang dimiliki teknik thermography jenis ini adalah penggunaan detektor inframerah. Thermography Inframerah merupakan thermography yang menggunakan detektor inframerah (Ari satmoko :2008). Detektor inframerah berfungsi untuk menangkap gelombang radiasi panas yang dipancarkan benda. Radiasi yang diterima kemudian diterjemahkan dalam bentuk gambar termal atau termograms melalui Sistem Prosesing Sinyal. Skema termografi inframerah dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Skema Thermography Inframerah

Thermography Inframerah bekerja dengan cara menangkap radiasi termal (inframerah) yang dipancarkan benda (Ari satmoko:2008). Menurut Ari Satmoko dan Abdul Hapid (2007), sebuah benda yang bertemperatur di atas 0K dapat memancarkan sinar inframerah. Besarnya Intensitas radiasi yang dipancarkan benda akan semakin besar jika suhu benda semakin tinggi. Persamaan Stefan Boltzmann dapat digunakan

untuk menaksir tingkat pancaran radiasi sebagai fungsi dari suhu, yang dinyatakan dalam persamaan berikut (S.M Sitompul :2009)

$$I = e s T^4$$

Dengan :

I = Intensitas radiasi yang dipancarkan persatuan persatuan waktu

s = Konstanta Boltzman ( $5,672 \times 10^{-8} \text{ watt/cm}^2 \cdot \text{K}^4$ )

e = emisivitas ( $0 < e < 1$ )

T = suhu mutlak (K)

Panjang gelombang pada energi puncak yang terjadi pada suatu suhu benda hitam (black body) dapat diperoleh dengan manipulasi hukum Planck. Hasilnya adalah hukum pergeseran Wien :

$$\lambda = b/T$$

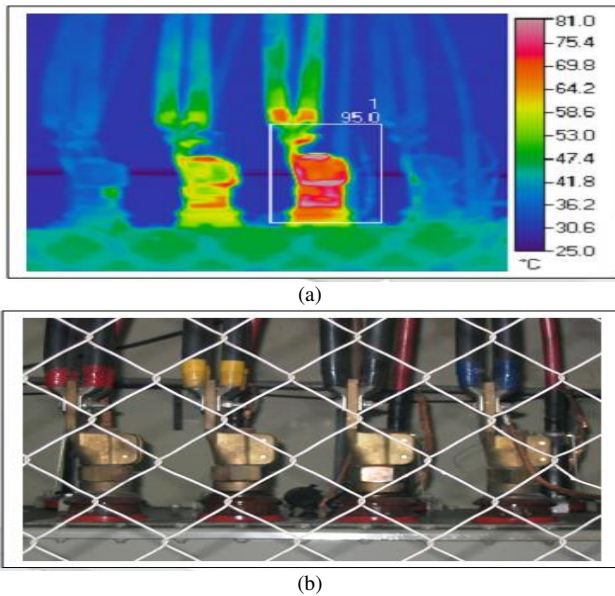
$\lambda$  = Panjang Gelombang dimana energi puncak dipancarkan,m

b = Konstanta pergeseran Wien,  $2,8776851 \times 10^{-3} \text{ m K}$

T = Temperatur benda hitam (blackbody), K

Menurut Arthur Beiser (1992:336) radiasi benda yang dipancarkan sebuah benda pada suhu kamar sebagian besar berada pada daerah inframerah. Hal ini menunjukkan bahwa benda akan mudah memancarkan radiasi inframerah sehingga penggunaan teknik thermography dengan inframerah lebih mudah dilakukan. Dengan menangkap radiasi inframerah yang dipancarkan sebuah benda thermography inframerah kemudian menghasilkan sebuah gambar distribusi suhu benda yang disebut Thermogram (Ari satmoko:2008). Daerah yang mempunyai suhu yang lebih tinggi akan mempunyai warna sesuai dengan skala pada thermography. Thermography Inframerah mampu menciptakan gambar distribusi panas permukaan sebuah benda yang bersuhu -50oC sampai dengan 2000oC (Ndari : 2009). Suhu benda yang dapat diukur dengan thermography inframerah mempunyai rentang yang jauh. Keadaan ini memungkinkan thermography inframerah dapat digunakan pada berbagai benda baik makhluk hidup maupun benda benda lain yang mempunyai suhu tinggi. Rentang panjang gelombang radiasi yang dapat ditangkap dengan thermography inframerahpun cukup panjang. Thermography dengan inframerah mampu mendeteksi benda dengan panjang gelombang 7,5 sampai dengan 13 mm (M Ozgun Korukcu, Muhsin Kilic dkk:2009). Contoh tampilan citra hasil thermography inframerah seperti pada gambar 3.

Apabila dilihat secara kasat mata dari gambar visual (gambar b) tidak terlihat adanya indikasi kerusakan pada komponen (bushing trafo). Dengan menggunakan InfraRed Camera, kita bisa mendapatkan gambar termogramnya (gambar a), dari gambar tersebut kita mendapatkan suhu dan distribusi suhu pada komponen (bushing trafo) tersebut. Tiap warnanya, menunjukkan suhu yang berbeda, semakin merah suhunya semakin tinggi, dan semakin biru suhunya semakin rendah. Sehingga dari gambar tersebut dapat kita ketahui adanya kenaikan suhu pada salah satu bushing trafo (phase T), hal ini dapat menunjukkan adanya indikasi masalah/kerusakan yang diduga disebabkan karena koneksi kendor atau kotor.



Gambar 3. Gambar (a) thermogram dan (b) visual bushing trafo

Inspeksi InfraRed Thermography merupakan salah satu cara untuk predictive maintenance, data/hasil yang diperoleh dapat digunakan sebagai panduan untuk melakukan perbaikan (Overhaul) pada peralatan/komponen atau sistem, khususnya dalam menentukan tingkat kerusakan dan prioritas saat Overhaul serta untuk memastikan apakah pekerjaan Overhaul yang dilakukan sudah benar. Inspeksi biasanya dilakukan pada peralatan sebagai berikut :

- Panel listrik (Breaker, Contactor, Fuse, Relay, Terminal & Cables).
- Capacitor Bank, Busbar, Busduct, Cable Trays.
- Trafo, Genset, AHU, Motor-motor (Motor lift & pompa).
- Thermal insulation, pipa-pipa steam, boiler, pipa pendingin.
- Instalasi bangunan gedung.

### III. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian sebagai berikut :

- 1) Dapat menghemat waktu dan biaya;
- 2) Menghemat energy;
- 3) Memperpanjang usia pemakaian peralatan;
- 4) Memperkecil resiko turunnya kuantitas produksi;
- 5) Memperkecil kemungkinan kerusakan peralatan yang disebabkan kerusakan peralatan atau mesin;
- 6) Menghemat dalam biaya perawatan/ perbaikan
- 7) Pekerjaan Inspeksi ini dapat dilaksanakan tanpa harus berhenti operasi;
- 8) Mencegah keruugian yang lebih besar;
- 9) Efisiensi biaya produksi;
- 10) Memperkecil resiko kebakaran;

- 11) Meningkatkan produktivitas dan keuntungan;
- 12) Meningkatkan efisiensi kegiatan operasional;
- 13) Meningkatkan keselamatan di tempat kerja;
- 14) Mencegah akan terjadinya kebakaran;
- 15) Memberikan solusi perencanaan Perawatan (Maintenance Schedule).

### IV. METODOLOGI PENELITIAN

- 1) Inspeksi menggunakan Camera NEC TH 7800.



Gambar 4. Camera Thermo Tracer TH 7800

SUHU REFERENSI			
0 - 9	BIRU	MONITOR	CLASS 0
10 - 29	HIJAU	PERBAIKI SAAT OVERHAUL	CLASS 1
30 - 50	KUNING	JADWALKAN PERBAIKAN	CLASS 2
50	MERAH	SEGERA PERBAIKI	CLASS 3
MONITOR	16 - 24 MINGGU	4 - 5 BULAN	
OVERHAUL	4 - 12 MINGGU	1 - 2,5 BULAN	
SCHEDULE	2 - 8 MINGGU	1,5 - 2 BULAN	

TERMINASI	45 °C
BODY TRAFU	60 °C
TERMINASI TRAFU	55 °C
TERMINASI BREAKER	45 °C
MCCB / NFB / BREAKER BESAR	60 °C
MCCB / NFB / BREAKER KECIL	55 °C
CONTRACTOR-OVERLOAD RELAY	75 °C
CONTRACTOR BESAR	70 °C
CONTRACTOR KECIL	65 °C
OVERLOAD RELAY	55 °C
BUSBAR BESAR	50 °C
BUSBAR KECIL	45 °C
MCB BESAR	55 °C
MCB KECIL	45 °C
CLUSTER	45 °C
SWITCH	60 °C
FUSE	50 °C
ACB	60 °C
MOTOR = 1 s/d 2 PK	60 °C
MOTOR = 10 PK – keatas	115 °C

Gambar 5. Standar suhu yang digunakan inspeksi infrared thermography

TABEL I  
SPESIFIKASI THERMO TRACER TH 7800.

TH7800	
Measuring range	-20 to 250°C
Range 1	-20 to 100°C *1
Range 2	0 to 250°C *2
(Optional) Range 3	200 to 1000°C
Resolution (Defined as waveform noise/10)	0.1°C (at 30°C $\Sigma$ 16, range 1), 0.1°C (at 30°C, 60Hz, range 1)
Accuracy	$\pm 2^\circ\text{C}$ or $\pm 2\%$ of reading whichever is greater
Detector	Uncooled focal plane array (microbolometer)
Spectral range	8 to 14 $\mu\text{m}$
I.F.O.V	1.5mrad
Focusing range	50cm to infinity
Field of view	27.0° (H) x 20.0° (V) $\pm 5\%$
Display	3.5" LCD monitor with auto switch
Frame time	60 frames/sec
Thermal image pixels	320 (H) x 240 (V) pixels
A/D resolution	14bits
Emissivity Correction	0.10 to 1.00 (at 0.01 step)
Env. temp.correction	Provided (including interval NUC)
Background compensation	Provided
Annotation	Text annotation available
Interface	USB 2.0/1.1 (mass storage mode)
Laser pointer	Class 2 (1mW/635nm red)
Operating temp/humidity	-15 to 45°C, 90% RH or less (not condensed)
Storage temp/humidity	-40 to 70°C, 90% RH or less (not condensed)
Power supply	AC adapter: 100 to 240V AC, 7.2V DC
Shock and vibration	294m/s <sup>2</sup> (IEC60068-2-27), 29.4m/s <sup>2</sup> (IEC60068-2-6)
Environmental Protection	IP54 (IEC60529)
Weight	1.3Kg (inc. battery)

2) Inspeksi thermography pada peralatan mekanikal dan elektrik Rumah Sakit Umum Surya Husada Bali.

3) Hasil inspeksi infrared thermography dibuat laporan yang mencantumkan analisa kondisi dari peralatan tersebut, kemungkinan penyebab kerusakan dan rekomendasi perbaikannya. Laporan selain dicetak dengan digital colour print-out juga diberikan dalam CD ROM (Hard copy dan Soft copy).

## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Memahami Report

1) Lokasi, panel dan komponen adalah tempat dimana dilakukan inspeksi untuk menuntun teknisi yang akan menindaklanjuti hasil inspeksi Thermography.

2) Gambar Thermogram adalah gambar panas yang dihasilkan oleh InfraRed Camera. Di samping kanannya terdapat Gambar Visual yang merupakan gambar asli objek.

3) Suhu lingkungan adalah suhu sekitar saat inspeksi dilakukan.

4) Suhu referensi adalah suhu maksimum objek yang bersangkutan yang masih dianggap normal. Suhu ini bisa diperoleh dari spesifikasi yang diberikan pabrikan.

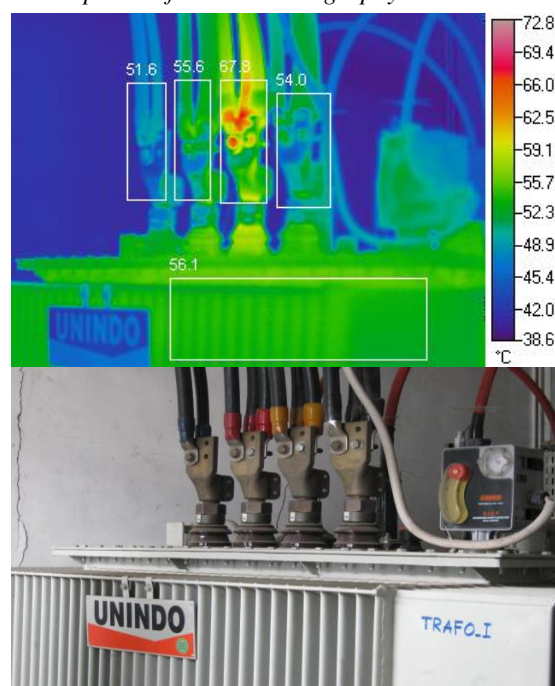
5) Suhu terukur adalah suhu maksimum yang terukur pada objek yang bersangkutan.

6) Kenaikan suhu adalah suhu terukur dikurangi suhu referensi.

7) Penyebab yang diduga adalah hal yang kemungkinan besar menjadi penyebab terjadinya suhu yang menyimpang.

8) Saran prioritas adalah tindakan yang disarankan dilakukan untuk menjamin tidak terjadinya kerusakan yang lebih besar.

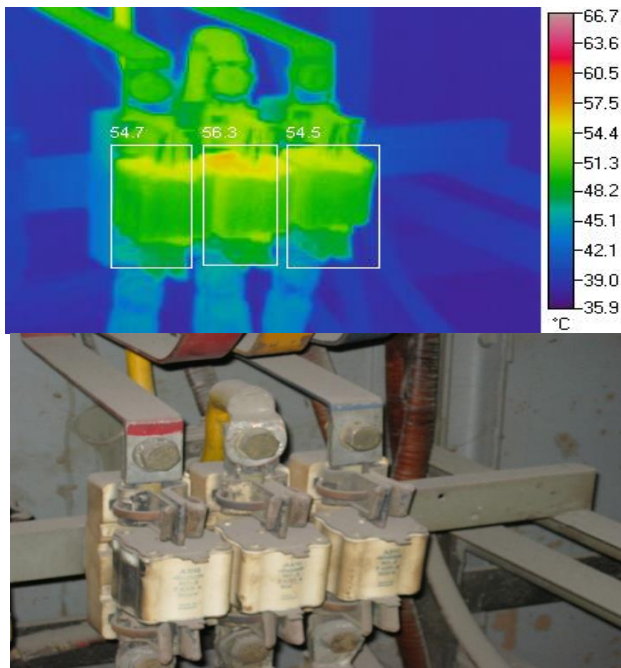
### B. Hasil Inspeksi Infrared Thermography



Gambar 6. Terminasi trafo

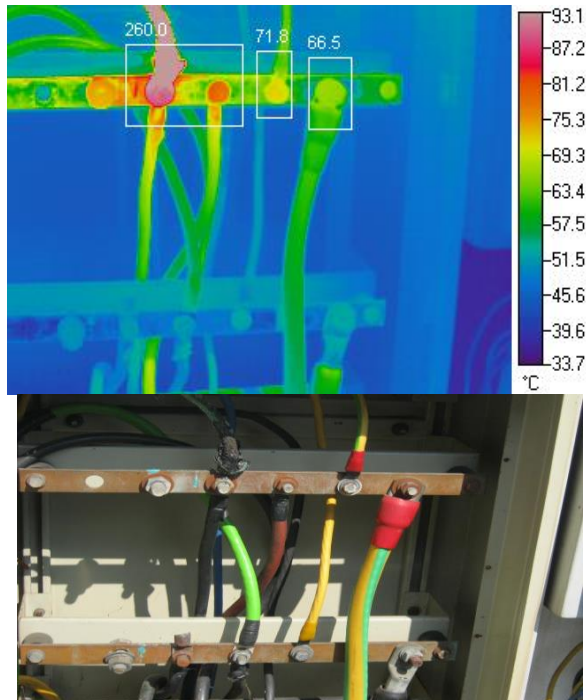
Pada gambar 6. terlihat terminasi trafo fasa T terjadi kenaikan suhu 12°C. Penyebab yang diduga koneksi kendor dan koneksi kotor, dilakukan perbaikan saat overhaul terdekat.





Gambar 7. Fuse

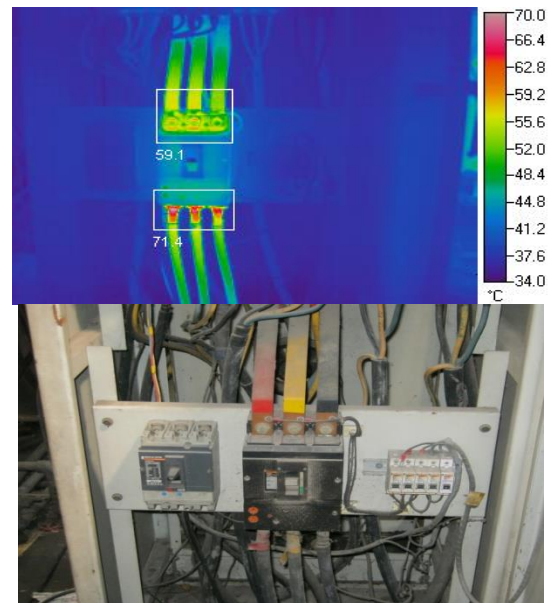
Dari hasil inspeksi terlihat terjadi kenaikan suhu 6 °C. Monitor kondisi FUSE dan diperbaiki bila ada kesempatan. Koneksi FUSE dipastikan kencang dan tidak kotor. Suhu ambient yang tinggi juga perlu dimonitor. Penyebab yang diduga koneksi kendur dan suhu ambient tinggi.



Gambar 8. Terminasi kabel panel cabang

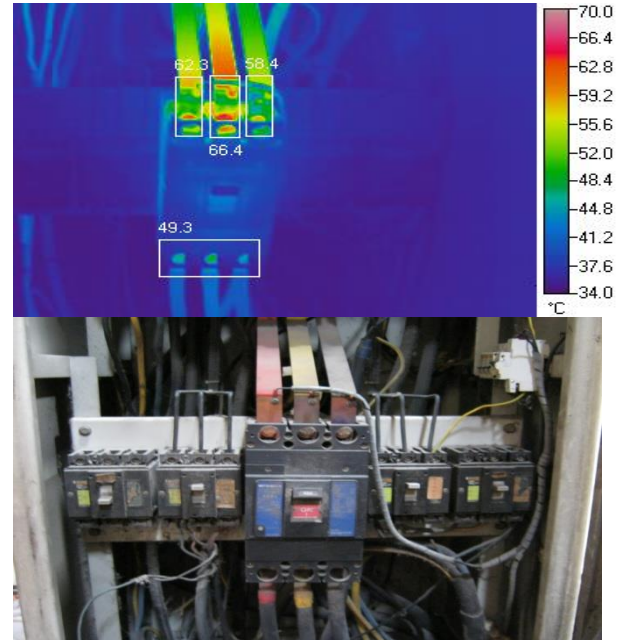
Dari inspeksi terminasi kabel terjadi kenaikan suhu 215 °C. Dalam kondisi yang seperti ini segera diperiksa dan diperbaiki terminasi kabel. Periksa juga kapasitas beban dan perhatikan juga suhu ambient yang tinggi, pastikan koneksi terminasi

kabel kencang. Penyebab yang diduga koneksi kendur, kotor, beban besar dan suhu ambient tinggi.



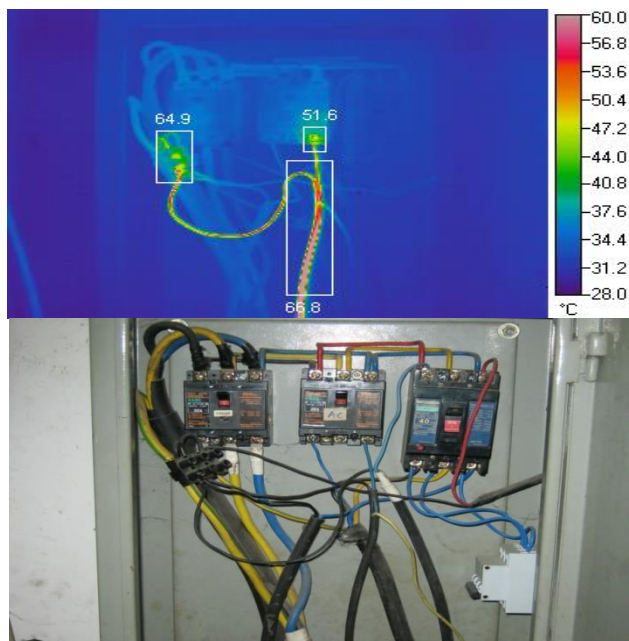
Gambar 9. MCCB Panel SDP

MCCB dari panel SDP mengalami kenaikan suhu 11 °C, penyebab yang diduga beban melebihi kapasitas MCCB. Sesuaikan kapasitas beban terhadap MCCB, dan periksa koneksi peralatan/ komponen.



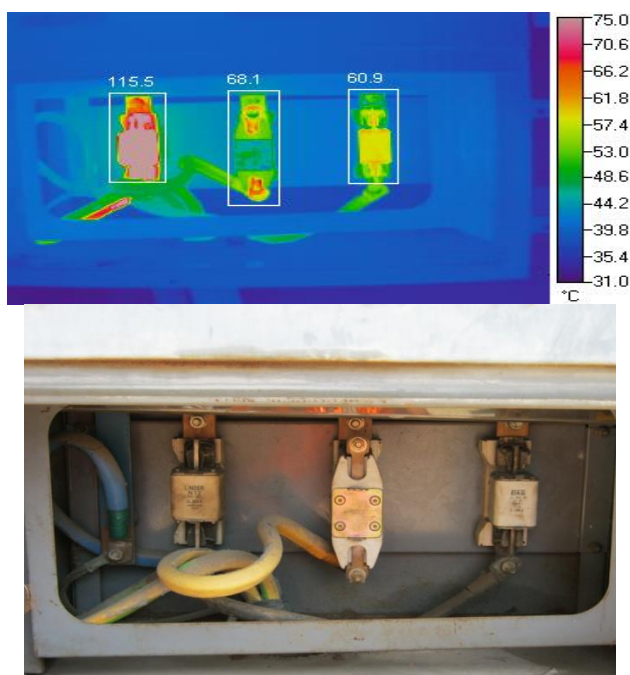
Gambar 10. MCCB panel AC

Pada gambar 10. terjadi kenaikan suhu 6 °C pada sisi keluaran MCCB. Penyebab yang diduga koneksi kendur dan kotor.



Gambar 11. Kabel penerangan.

Hasil inspeksi memperlihatkan kenaikan 16 °C pada kabel untuk penerangan, penyebab yang diduga ukuran kabel kurang besar. Ganti kabel sesuai kapasitas beban.



Gambar 12. Fuse panel utama

Gambar 12. memperlihatkan hasil inspeksi fuse panel utama, terjadi kenaikan suhu 65 °C. Penyebab yang diduga beban terlalu besar (fasa R), koneksi kendor dan suhu ambient tinggi. Periksa pemakaian beban dan sesuaikan dengan kapasitas fuse.

## VI. KESIMPULAN

1) Pemeriksaan berlangsung secara on-stream (mesin/ peralatan dalam keadaan beroperasi) sehingga tidak mengganggu operasional perusahaan.

2) Permasalahan langsung dapat dideteksi saat pemeriksaan sehingga menghemat waktu dan biaya untuk trouble-shooting / maintenance.

3) Pemeriksaan infrared aman dan dapat dilakukan pada lingkungan yang explosive karena tidak menyentuh atau menimbulkan efek negatif pada peralatan yg diperiksa, aman terhadap kesehatan maupun lingkungan karena teknologi pemeriksaan ini tidak memancarkan sinar inframerah atau gelombang elektromagnetis lainnya, melainkan menyerap sinar inframerah yang membawa radiasi panas dari peralatan yang sedang beroperasi.

4) Dapat mencegah bahaya kebakaran akibat panas yg berlebihan pada sambungan yang kendor/ kotor ataupun breaker yang tidak berfungsi dengan baik.

Dengan perbaikan secara dini dapat dicegah pemborosan untuk pembelian peralatan baru ataupun kerugian lain yg lebih besar biayanya (berhentinya produksi ataupun kebakaran).

## REFERENSI

- [1] Abdul Hafid, Ari Satmoko. (2007). Pemeliharaan prediktif dengan jaringan listrik dengan thermography inframerah, Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir Puspatek Serpong.
- [2] Ari Satmoko (2008). Analisis kualitatif teknik Thermography Inframerah dalam rangka pemeliharaan secara prediktif pada pompa, Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir Puspatek Serpong.
- [3] Miko (2009). Dasar Termografi. <http://termografi.blog.ac.id> di akses tanggal 5 November 2009.
- [4] M Ozgun Korukcu, Muhsin Kilic. (2009). Penggunaan IR Thermography untuk pengukuran suhu di dalam kabin mobil, Jurnal online, Department of Mechanical Engineering, Uludag University, 16059 Bursa, Turkey, akses 18 November 2009.
- [5] Serway Jewet (1994). Physics for Scientist and Engineers. California State Politechnic University, Ponom.
- [6] Sri Sugiarti, Hani Rama Putri (2008). Pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik pada ponsel terhadap kesehatan manusia. Seminar mahasiswa Fisika 2008, FMIPA ITB, Bandung.
- [7] Rita Lambros. (2009). <http://Electricalbody.com>. Akses tanggal 20 September 2009.
- [8] J Andrzej Wrotniak. (2009). [http:// Digital Camera Infrared.com](http://Digital Camera Infrared.com). Akses tanggal 2 Oktober 2009.